



(19) 日本国特許庁 (JP)

# 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平 10-270979

(43) 公開日 平成10年(1998)10月9日

(51) Int. Cl.<sup>6</sup> 識別記号

H03H 9/54

G10K 11/04

H03H 9/17

9/205

9/56

FI

H03H 9/54

Z

G10K 11/04

H03H 9/17

F

9/205

9/56

Z

審査請求 未請求 請求項の数 42

OL

(全20頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平10-56441

(22) 出願日 平成10年(1998)3月9日

(31) 優先権主張番号 08/816,702

(32) 優先日 1997年3月13日

(33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 591275137

ノキア モービル フォーンズ リミテッド

NOKIA MOBILE PHONES LIMITED

フィンランド 02150 エスプー ケイラ  
ラーデンティエ 4

(72) 発明者 ユハ エラ

フィンランド国 サロ 24260 ティイネ  
ランカッタ 5 エーエス 7

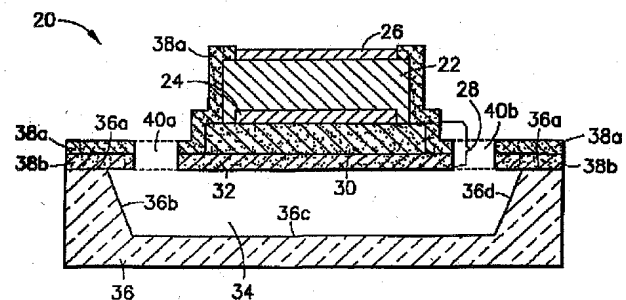
(74) 代理人 弁理士 萩原 誠

(54) 【発明の名称】 保護音響ミラーを含む頂部を有するバルク型音波 (BAW) フィルタ

(57) 【要約】

【課題】 共振層の汚染を防止することの出来る構造を有するバルク型音波 (BAW) フィルタを提供する。

【解決手段】 基板上に配置された少なくとも1つの共振器構造と、この共振器構造上に配置された音響ミラーとを有するバルク型音波 (BAW) フィルタ。この音響ミラーは複数の層を含んでいる。音響ミラーは、共振器により生成された音響振動が音響ミラーの上面を越えた場所に到達するのを実質的に防止するものである。音響ミラーは、環境汚染物質が共振器に接触することも防止する。表面取り付けすることのできるBAWコンポーネントも開示されている。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 基板上に配置された少なくとも1つの共振器構造と、この少なくとも1つの共振器構造上に配置された音響ミラーとを有することを特徴とするバルク型音波（BAW）フィルタ。

【請求項2】 前記音響ミラーは複数の層から成ることを特徴とする請求項1に記載のBAWフィルタ。

【請求項3】 前記複数の層の各々は、四分の一波長にほぼ等しい厚みを有することを特徴とする請求項2に記載のBAWフィルタ。

【請求項4】 前記音響ミラーは、音響インピーダンスの低い材料を含む上層と、音響インピーダンスの高い材料を含む中層と、音響インピーダンスの低い材料を含む下層とから成ることを特徴とする請求項1に記載のBAWフィルタ。

【請求項5】 前記上層及び下層は、シリコン、ポリシリコン、アルミニウム、及びポリマ材料のうちの1つから成り、前記中層は金、モリブデン、及びタングステンのうちの1つから成ることを特徴とする請求項4に記載のBAWフィルタ。

【請求項6】 前記音響ミラー上に形成された保護パッシベーション層を更に有することを特徴とする請求項1に記載のBAWフィルタ。

【請求項7】 前記保護パッシベーション層は、エポキシ、グロブトップ材料、及び二酸化珪素のうちの1つから成っていて、少なくとも0.2 $\mu$ mの厚みを有することを特徴とする請求項6に記載のBAWフィルタ。

【請求項8】 前記少なくとも1つの共振器構造は、接点パッドを設けるために露出される部分を有する少なくとも1つの電極を包含しており、前記接点パッドは前記少なくとも1つの共振器構造を接合ワイヤを介して配線基板に結合させるためのものであることを特徴とする請求項1に記載のBAWフィルタ。

【請求項9】 前記少なくとも1つの共振器構造は、接点パッドを設けるために露出される部分を有する少なくとも1つの電極を包含しており、前記接点パッドは前記少なくとも1つの共振器構造をフリップチップ法により配線基板に結合させるためのものであることを特徴とする請求項1に記載のBAWフィルタ。

【請求項10】 前記BAWフィルタは前記基板上に配置された複数の共振器構造を有し、前記複数の共振器構造の各々は複数の電極を包含し、第1の前記共振器構造の第1の前記電極の一部分は第1の接点パッドを設けるために露出されており、第2の前記共振器構造の第1の前記電極の一部分は第2接点パッドを設けるために露出されており、前記BAWフィルタは更に前記基板上に配置された第3接点パッドを有し、前記第3接点パッドは露出されて第3及び第4の前記共振器構造の各々の第1の前記電極に電気的に結合されており、前記第1、第2及び第3の接点パッドはそれぞれ前記第1、第2及び第

3の共振器構造を配線基板に結合させるためのものであることを特徴とする請求項1に記載のBAWフィルタ。

【請求項11】 前記基板上に配置された第4接点パッドを更に有し、前記第4接点パッドは露出されて前記第3及び第4の共振器構造の各々の前記第1の電極に電気的に結合され、前記第4接点パッドは前記第3及び第4の共振器構造を配線基板に結合させるためのものであることを特徴とする請求項10に記載のBAWフィルタ。

【請求項12】 前記BAWフィルタは前記基板上に配置された複数の共振器構造を有し、前記共振器構造の各々は少なくとも2つの電極を含んでおり、前記BAWフィルタは更に前記BAWフィルタの外面上に配置された複数の接点を有し、前記接点のうちの少なくとも2つは前記共振器構造のうちの少なくとも2つの共振器構造の電極にそれぞれ電気的に結合されており、前記接点は前記BAWフィルタを配線基板に表面取り付けするためのものであることを特徴とする請求項1に記載のBAWフィルタ。

【請求項13】 前記音響ミラーは、前記少なくとも1つの共振器構造により生成された音響振動が前記音響ミラーの上面を越えた場所に到達するのを実質的に防止することを特徴とする請求項1に記載のBAWフィルタ。

【請求項14】 前記音響ミラーは、環境汚染物質が前記少なくとも1つの共振器構造に接触するのを防止することを特徴とする請求項1に記載のBAWフィルタ。

【請求項15】 前記音響ミラーは前記BAWフィルタの1対の音響ミラーのうちの上側のものであり、前記1対の音響ミラーのうちの下側のものは前記少なくとも1つの共振器構造と前記基板との間に形成されていることを特徴とする請求項1に記載のBAWフィルタ。

【請求項16】 前記少なくとも1つの共振器構造は積み重ねられた複数の共振器を含むことを特徴とする請求項1に記載のBAWフィルタ。

【請求項17】 前記BAWフィルタは前記基板上に配置された複数の共振器構造を有し、前記複数の共振器構造の各々は複数の電極を包含し、前記BAWフィルタは更に前記BAWフィルタの外面上に配置された複数の接点を有し、第1の前記共振器構造の第1の前記電極は第1の前記接点に電気的に結合されており、第2の前記共振器構造の第1の前記電極は第2の前記接点に電気的に結合されており、第3の前記共振器構造の第1の前記電極は第3の前記接点に電気的に結合されており、第4の前記共振器構造の第1の前記電極は前記第3接点に電気的に結合されていることを特徴とする請求項1に記載のBAWフィルタ。

【請求項18】 前記第1共振器構造の第2の前記電極は前記第2及び第3の共振器構造の各々の第2の前記電極に結合されており、前記第4共振器構造の第2の前記電極は前記第2共振器構造の前記第1電極に結合されていることを特徴とする請求項17に記載のBAWフィル

タ。

【請求項19】 前記第3及び第4の共振器構造の前記第1電極は第4の前記接点にも電氣的に結合されていることを特徴とする請求項17に記載のBAWフィルタ。

【請求項20】 基板と；この基板上に配置された第1音響ミラーと；この第1音響ミラーの一部分の上に配置された少なくとも1つの共振器構造と；この少なくとも1つの共振器構造の上に配置された第2音響ミラーとを有することを特徴とするバルク型音波（BAW）フィルタ。

【請求項21】 前記第1及び第2の前記音響ミラーのうちの少なくとも一方は、音響インピーダンスの低い材料を含む上層と、音響インピーダンスの高い材料を含む中層と、音響インピーダンスの低い材料を含む下層とから成ることを特徴とする請求項20に記載のBAWフィルタ。

【請求項22】 前記上層及び下層は、シリコン、ポリシリコン、アルミニウム、及びポリマ材料のうちの1つから成り、前記中層は金、モリブデン、及びタングステンのうちの1つから成ることを特徴とする請求項21に記載のBAWフィルタ。

【請求項23】 前記第2音響ミラー上に形成された保護パッシベーション層を更に有することを特徴とする請求項20に記載のBAWフィルタ。

【請求項24】 前記保護パッシベーション層は、エボキシ、グロブトップ材料、及び二酸化珪素のうちの1つから成っていて、少なくとも0.2  $\mu\text{m}$ の厚みを有することを特徴とする請求項23に記載のBAWフィルタ。

【請求項25】 前記少なくとも1つの共振器構造は、接点パッドを設けるために露出された部分を有する少なくとも1つの電極を包含しており、前記接点パッドは前記少なくとも1つの共振器構造を接合ワイヤを介して配線基板に結合させるためのものであることを特徴とする請求項20に記載のBAWフィルタ。

【請求項26】 前記少なくとも1つの共振器構造は、接点パッドを設けるために露出された部分を有する少なくとも1つの電極を包含しており、前記接点パッドは前記少なくとも1つの共振器構造をフリップチップ法により配線基板に結合させるためのものであることを特徴とする請求項20に記載のBAWフィルタ。

【請求項27】 前記BAWフィルタは前記基板上に配置された複数の共振器構造を有し、前記複数の共振器構造の各々は複数の電極を包含し、第1の前記共振器構造の第1の前記電極の一部分は第1の接点パッドを設けるために露出されており、第2の前記共振器構造の第1の前記電極の一部分は第2接点パッドを設けるために露出されており、前記BAWフィルタは更に前記基板上に配置された第3接点パッドを有し、前記第3接点パッドは露出されて第3及び第4の前記共振器構造の各々の第1の前記電極に電氣的に結合されており、前記第1、第2

及び第3の接点パッドはそれぞれ前記第1、第2及び第3の共振器構造を配線基板に結合させるためのものであることを特徴とする請求項20に記載のBAWフィルタ。

【請求項28】 前記基板上に配置された露出した第4接点パッドを更に有し、前記第4接点パッドは前記第3及び第4の共振器構造の各々の前記第1の電極に電氣的に結合され、前記第4接点パッドは前記第3及び第4の共振器構造を配線基板に結合させるためのものであることを特徴とする請求項27に記載のBAWフィルタ。

【請求項29】 前記BAWフィルタは前記基板上に配置された複数の共振器構造を有し、前記共振器構造の各々は少なくとも2つの電極を含んでおり、前記BAWフィルタは更に前記BAWフィルタの外面上に配置された複数の接点を有し、前記接点のうちの少なくとも2つは前記共振器構造のうちの少なくとも2つの共振器構造の電極にそれぞれ電氣的に結合されており、前記接点は前記BAWフィルタを配線基板に表面取り付けするためのものであることを特徴とする請求項20に記載のBAWフィルタ。

【請求項30】 前記BAWフィルタは前記基板上に配置された複数の共振器構造を有し、前記複数の共振器構造の各々は複数の電極を包含し、前記BAWフィルタは更に前記BAWフィルタの外面上に配置された複数の接点を有し、第1の前記共振器構造の第1の前記電極は第1の前記接点に電氣的に結合されており、第2の前記共振器構造の第1の前記電極は第2の前記接点に電氣的に結合されており、第3の前記共振器構造の第1の前記電極は第3の前記接点に電氣的に結合されており、第4の前記共振器構造の第1の前記電極は前記第3接点に電氣的に結合されていることを特徴とする請求項20に記載のBAWフィルタ。

【請求項31】 前記第3及び第4の共振器構造の前記第1電極は第4の前記接点にも電氣的に結合されていることを特徴とする請求項30に記載のBAWフィルタ。

【請求項32】 前記少なくとも1つの共振器構造は積み重ねられた複数の共振器を含んでいて、積み重ね水晶フィルタ構造を形成していることを特徴とする請求項20に記載のBAWフィルタ。

【請求項33】 BAWフィルタを製作してこのBAWフィルタを回路基板に組み付ける方法において：基板上に第1音響ミラーを形成するステップと；この第1音響ミラー上に少なくとも1つの共振器構造を形成するステップと；この少なくとも1つの共振器構造の少なくとも相当の部分の上に第2音響ミラーを形成するステップとを有することを特徴とする方法。

【請求項34】 前記第2音響ミラーを形成するステップは：音響インピーダンスの低い材料を含む第1の層を前記共振器と、前記第1音響ミラーの一部分との上に形成し；音響インピーダンスの高い材料を含む第2の層を

10

20

30

40

50

前記第1の層の上に形成し；音響インピーダンスの低い材料を含む第3の層を前記第2の層の上に形成するステップを含むことを特徴とする請求項33に記載の方法。

【請求項35】 音響インピーダンスの低い前記材料はシリコン、ポリシリコン、アルミニウム、及びポリマ材料のうちの1つを含んでおり、音響インピーダンスの高い前記材料は金、モリブデン、及びタングステンのうちの1つを含むことを特徴とする請求項34に記載の方法。

【請求項36】 前記第2音響ミラー上に保護パッシベーション層を形成するステップを更に有することを特徴とする請求項33に記載の方法。

【請求項37】 前記共振器構造を形成するステップと前記第2音響ミラーを形成するステップとの間に、前記第1音響ミラー上に接点パッドを形成するステップが実行されることを特徴とする請求項33に記載の方法。

【請求項38】 前記BAWフィルタの外面上に接点を形成するステップを更に含むことを特徴とする請求項33に記載の方法。

【請求項39】 前記少なくとも1つの共振器構造を形成するステップは、隣り合う複数の共振器を前記第1音響ミラー上に形成することによって実行されることを特徴とする請求項33に記載の方法。

【請求項40】 前記少なくとも1つの共振器構造を形成するステップは、積み重ね水晶構造を形成するために共振器の積み重ね構造を形成することによって実行されることを特徴とする請求項33に記載の方法。

【請求項41】 表面取り付けすることのできるバルク型音波（BAW）装置において：基板と；少なくとも1つのBAW共振器構造と；前記基板と前記少なくとも1つのBAW共振器との間に配置された第1音響絶縁器と；前記少なくとも1つのBAW共振器の上に配置された第2音響絶縁器と；前記装置を配線基板に表面取り付けするために前記BAW装置の外面上に配置された複数の電極とを有することを特徴とする装置。

【請求項42】 前記共振器構造は、積み重ねられた複数の共振器から成ることを特徴とする請求項41に記載の表面取り付けすることのできるBAW装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、バルク型音波（Bulk Acoustic Wave（BAWと略記））フィルタに係り、特に、音響ミラーを有するBAWフィルタに関する。

【0002】

【従来の技術】 表面取り付け技術（Surface Mount Technology（SMTと略記））を使って集積回路を組み立てる技術が知られている。この技術を実施するには、例えば、基板へのハンダクリーム塗布、この基板への回路コンポーネントの配置、ハンダ付け、及び清掃を含む種々の工程を必要とする。これらの工程を実行するとき、

例えば、ハンダ、溶剤、或いは組立プロセス中に回路コンポーネントを汚染する可能性のあるその他の種類の材料から回路コンポーネントを保護することがしばしば必要となる。

【0003】 無線通信装置に小型で高性能のフィルタを使う必要があるために表面弾性波（Surface Acoustic Wave（SAW））フィルタが広く使われるようになっていく。当業者に知られているように、組立中及びその後の使用の際に通常はSAWフィルタの層の表面を外部の汚染物質から保護する必要がある。組立時にこれらの層の表面を保護する1つの公知の方法は、例えば、密封環境でフリップチップ技術を使ってフィルタを組み立てることを含む。この手法を実行すると時間がかかることがわかる。

【0004】 SAWフィルタの層表面を保護するもう一つの公知方法は密封されるセラミック・パッケージにSAWフィルタを封入することを含む。この様に封入した後、そのSAWフィルタを回路基板に表面取り付けすることができる。残念なことに、パッケージのコストが全体としての製造コストを著しく増大させる可能性があり、この手法は高コストとなりがちである。

【0005】 幸いなことに、他の種類の高性能音響フィルタ即ちバルク型音波（BAW）フィルタを使用することによって、密封セラミック・パッケージ及び／又は密封環境を使用することに伴う欠点を回避することができる。BAWフィルタは、通常、数個のBAW共振器を含んでいる。BAWフィルタでは、音波はこのフィルタの層表面に対して垂直な方向に伝播する。対照的に、SAWフィルタの中を伝播する音波はこのフィルタの層表面に平行に伝播する。その結果として、当業者なら分かるように、SAWフィルタの性能は、その層表面が汚染されたり外部の要素によって傷つけられたりすると、同様に汚染されたBAWフィルタの性能よりも悪くなりそうである。

【0006】 BAWフィルタは、種々の公知の種類のBAW共振器を含むように製造され得るものである。それらの公知の種類のBAW共振器は3つの基本部分から成る。そのうちの第1の部分は、音波を発生させるために使用されるものであって、音響活動性の圧電層を含んでいる。この層は、例えば、酸化亜鉛（ZnO）、窒化アルミニウム（AlN）、硫化亜鉛（ZnS）、或いはその他の、薄膜として製造することのできる適当な圧電材料から成る。第2の部分は、前記圧電層の両面に形成される電極を含む。BAW共振器の第3の部分は、圧電層により生成される振動から基板を音響的に絶縁させるためのメカニズムを含む。通常は、BAW共振器は、薄膜技術（例えば、スパッタリング、化学蒸着、など）により、シリコン、ガリウム砒素、或いはガラスの基板の上に作られる。BAW共振器は、例えば水晶共振子のそれに似ている直列共振及び並列共振を示す。BAW共振器

の共振周波数は、通常、デバイスの層の厚みにより約0.5GHzから5GHzの範囲にある。

【0007】当業者であれば分かるであろうが、BAWフィルタを形成する層のうちの少なくともいずれかは空気にさらされることがある。汚染性の或いは有害な外来の物質がそれらの層のいずれかに接触すると、BAWフィルタの性能が低下する可能性がある。この問題を回避するために、それらの層は通常は反密封性のパッケージを用いて保護される。従って、それらの表面を保護するための新規で安価な技術を提供することが望ましい。また、公知の種類のBAWフィルタの層及び空気界面に取って代わる、音波を反射するための境界面を設けるようにBAWフィルタを製造することも望ましい。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】本発明の目的は、バルク型音波（BAW）フィルタの共振層を汚染したり或いはこの共振層に有害な影響を及ぼしたりする可能性のある物質にこの共振層がさらされるのを防止するための安価な方法を提供することである。

【0009】本発明の他の目的は、BAWフィルタの中から発生した音波がそれを越えて伝播しないようにこの音波を反射する保護層を提供することである。

【0010】本発明の他の目的は、表面取り付けることのできるBAW装置を提供することである。

【0011】本発明のその他の目的及び利点は、図面と以下の解説とを考察すれば明らかとなる。

【0012】

【課題を解決するための手段】本発明に従って構成された保護性の音響ミラーを含む頂部を有するバルク型音波（BAW）フィルタによって上記の課題及びその他の課題が解決され、本発明の目的が実現される。

【0013】本発明の1実施例では、BAWフィルタは、基板と、この基板の上に配置された第1音響ミラーとを有する。この実施例では、この第1音響ミラーの表面上に複数の共振器が互いに隣り合って配置される。第2音響ミラーがその複数の共振器上に配置され、保護パッシベーション層がこの第2音響ミラーの上に置かれる。

【0014】第2音響ミラーは3つの層、即ち上層、中層、及び下層から成る。これらの層は、各々、例えば四分の一波長にほぼ等しい厚みを有する。上層及び下層は、例えば、シリコン（Si）、ポリシリコン、アルミニウム（Al）、或いはポリマなどの、音響インピーダンスの低い物質から、好ましくは、構成される。中層は、例えば、金（Au）、モリブデン（Mo）、或いはタングステン（W）などの、音響インピーダンスの高い物質から、好ましくは構成される。保護パッシベーション層は、二酸化珪素（SiO<sub>2</sub>）、エポキシ、“グロップトップ（glop top）”材料（例えば、加熱後に硬化する、エポキシをベースとした粘性流体）、或いはその他

の適当な保護性の材料で構成され得るものである。

【0015】複数の共振器はBAW共振器である。この共振器の各々は、第1音響ミラーのの上に位置する第1の下側電極と、この下側電極と第1音響ミラーの一部分との上に位置する圧電層と、この圧電層の種々の部分と第1音響ミラーの一部分の上に形成される第2の上側電極とを有する。第1の共振器の上側電極の一部分は、接点パッドを設けるために露出される。同様に、第2の共振器の上側電極の一部分も第2の接点パッドを設けるために露出される。本発明の1実施例では、1つ以上の接地パッドも設けられ、第1音響ミラー上に配置される。接地パッドは、第3の共振器の上側電極と第4の共振器の下側電極とに電気的に結合される。本発明のこの実施例でも、第1共振器の下側電極は第2共振器及び第3共振器の各々の下側電極に電気的に結合され、第4共振器の上側電極は第2共振器の上側電極に結合される。

【0016】本発明の他の実施例では、第2音響ミラーは各BAW共振器の上側電極の上面を完全に覆い、BAWフィルタには露出された接点パッドは設けられない。この実施例のBAWフィルタは、BAWフィルタの外面に形成される接点（即ち、電極）を包含する。本発明の好ましい実施例では、1つの接点が第1共振器の上側電極に電気的に結合され、もう一つの接点が第2共振器の上側電極に電気的に結合され、もう一つの接点が第3共振器の上側電極と第4共振器の下側電極とに電気的に結合される。本発明のもう一つの実施例では、追加の接点が設けられ、それも第3共振器の上側電極と第4共振器の下側電極とに電気的に結合される。この接点はBAWフィルタを外部の回路に電気的に接続することを可能にし、更にBAWフィルタを配線基板に表面取り付けすることを可能にする。

【0017】本発明のもう一つの実施例では、積み重ね水晶構造を有するBAWフィルタが設けられる。この種のフィルタは積み重ね水晶フィルタ（Stacked Crystal Filter（SCFと略記））と呼ばれる。このSCFは、基板と、第1の、下側の音響ミラーと、第2の、上側の音響ミラーと、上記のものと同様の保護パッシベーション層とを包含する。SCFは、第1の、下側の共振器と、第2の上側の共振器とも有する。その下側の共振器は、下側の音響ミラーの上に配置される。上側の共振器は第1共振器の上に配置され、この様にして共振器の積み重ね構造が形成される。第1の、下側の共振器は、圧電層と、下側電極と、グランド電極とを包含している。圧電層は、グランド電極のいろいろな部分と下側電極との間に位置する。第2の、上側の共振器は、グランド電極と、圧電層と、上側電極とを包含する。圧電層は、グランド電極のいろいろな部分と上側電極との間に配置される。圧電層と電極とは、上記のものと同様の材料と同様の厚みとを有する。

【0018】本発明の1実施例では、第2音響ミラー及

び保護パッシベーション層はSCFの電極の種々の部分を覆わず、それらの電極の露出した部分は接点パッドを提供する。本発明の別の実施例では、第2音響ミラーはそれらの電極を完全に覆い、接点はSCF構造の外面に設けられ、これによりSCFを外部の回路に結合したり配線基板に表面取り付けしたりすることができる。

【0019】BAWフィルタ内で第2の音響ミラーを使用すると、従来技術のフィルタと比べて幾つかの利点が得られる。例えば、本発明の第2音響ミラーは、圧電層が作り出した音波が第2音響ミラーの上面へ伝播しないように音波を反射する。従って、何らかの材料が保護パッシベーション層と接触している場合、反射された音波はその材料には到達しない。第2音響ミラーを使用することのもう一つの利点は、汚染物が共振器の層と接触するのを第2音響ミラーが妨げることである。更に、第2の音響ミラーを含むBAW共振器を製造するコストは、通常は、共振器の層を保護するために半密封パッケージなどの公知技術を使用するコストよりは相当少ない。

【0020】本発明は、他の面においては、BAWフィルタを製造し、それを回路基板上で組み付ける方法を提供する。この方法は、(A)基板上に第1の、下側の音響ミラーを形成し、(B)少なくとも1つの共振器をその下側の音響ミラー上に形成するステップを含む。その少なくとも1つの共振器は、例えば、下側の音響ミラーの表面上に配置された複数の隣り合う共振器、又は積み重ね水晶構造を形成する積み重ね共振器対を包含することができる。入力パッド、出力パッド、及び接続パッドを設けるために、共振器の電極のいろいろな部分から接点パッドを形成することもできる。次のステップ(C)は、少なくとも1つの共振器の上に頂部音響ミラーを形成する工程を含む。この頂部音響ミラーは、上記の第2音響ミラーと類似するものである。

【0021】本発明の方法は、更に(D)頂部音響ミラーの一番上の層の上に保護パッシベーション層を形成して、接点パッドが設けられる場合にはステップ(C)及び(D)で形成された層をパターン化して接点パッドのための穴を作るステップを含む。保護パッシベーション層及び接点パッドも、上記のものと同様である。その後、選択された手法を用いてフィルタを回路基板に組み付けるステップ(E)が実行される。選択された組み付け手法がオンボード組み付け法(an on-board assembly technique)であるならば、ステップ(F1)及び(F2)が実行される。ステップ(F1)では、ウェーハを切断してチップにする。ステップ(F2)では、接合ワイヤでこのチップを回路基板の回路に結合させる。

【0022】ステップ(E)で選択される組み付け手法がフリップチップ法であるならば、ステップ(G1)及び(G2)が実行される。ステップ(G1)では、例えばバンプ金属(a bump metal)の真空蒸着(例えば蒸発)又はハンダの電気化学メッキ法を使ってハンダ・バ

ンプ(solder bumps)をフィルタの接点パッド上に形成する。次にウェーハを切断してチップにする。その後、ブロック(G2)で、フリップチップ法を用いて、回路基板の選択された接点にこのチップを結合させる。ステップ(E)で選択される組み付け手法が表面取り付け法である場合には、ステップ(H1)及び(H2)が実行される。ステップ(H1)では、ウェーハを切断してチップにして、フィルタの外面上に接点を形成する。その後、ステップ(H2)において、表面取り付け法を用いてこのチップを回路基板の選択された接点パッドに結合させる。

【0023】本発明の上記特徴及びその他の特徴は、添付図面と関連させて、本発明に関する以下の詳しい解説を読めば、いっそう明らかとなる。

【0024】

【発明の実施の形態】ここで、異なる図に現われている同じ参照符号が付された要素は同じ要素であるが、明細書では全ての図について引用されるとは限らない。

【0025】図1及び2に、膜又はブリッジ構造28を有するBAW共振器20の断面図(横から見た図)及び上面図がそれぞれ示されている。BAW共振器20は、圧電層22、第1保護層38b、第2保護層38a、第1電極24、第2電極26、膜28、エッチング窓40a及び40b、エアギャップ34、及び基板36から成る。圧電層22は、例えば、酸化亜鉛(ZnO)、或いは窒化アルミニウム(AlN)などの、薄膜として作ることのできる圧電材料から成る。膜28は2つの層、即ち、上層30及び下層32から成る。上層30は、例えば、ポリシリコン(ポリ-si)或いは窒化アルミニウム(AlN)から成り、下層32は例えば二酸化珪素(SiO<sub>2</sub>)或いはガリウム砒素(GaAs)から成る。基板36は、例えば、シリコン(Si)、SiO<sub>2</sub>、GaAs、或いはガラスなどの材料から成る。エッチング窓40a及び40bを通して、膜の層が基板36に付された後に基板36の一部分がエッチングされてエアギャップ34が形成される。

【0026】図5を参照すると、BAW共振器21が示されている。BAW共振器21は図1に示されているものと似ているが、犠牲層39が付加されている。共振器21が作られるとき、膜28が付される前に犠牲層39が基板36の上に付される。共振器の全ての層が形成された後、エアギャップ34を形成するためにエッチング窓40a及び40bを通して犠牲層39が除去される。

【0027】共振器20及び21の両方で、圧電層22は、電極24及び26にかけられた電圧にตอบสนองして振動する。膜28とエアギャップ34との境界面に達した振動は、この境界面から反射されて膜28に戻る。この様にして、エアギャップ34は、圧電層22により生成された振動を基板36から絶縁させる。

【0028】図6に、もう一つのBAW共振器23が示

されている。この共振器23は図1のBAW共振器21と似ている構造を有するけれども、保護層38aが1つだけ設けられていて膜28及びエアギャップ34が音響ミラー70に置き換えられている点では異なっており、この音響ミラーは圧電層22により生成された振動を音響的に基板36から絶縁させるものである。

【0029】音響ミラー70は、奇数個の層（例えば、3～9層）から成る。図6に示されている音響ミラー70は3つの層、即ち上層70a、中層70b、及び下層70cから成る。各層70a、70b及び70cは、例えば、四分の一波長にほぼ等しい厚みを有する。上層70a及び下層70cは、例えば、シリコン(Si)、ポリシリコン、アルミニウム(Al)、或いはポリマなどの、音響インピーダンスの低い材料から成る。また、中層70bは、例えば、金(Au)、モリブデン(Mo)、或いはタングステン(W)などの、音響インピーダンスの高い材料から成る。連続する層同士の音響インピーダンスの比は、基板のインピーダンスが低い値に変換され得るほどに充分に大きい。その結果として、基板36をいろいろな高音響インピーダンス材料や低音響インピーダンス材料（例えば、Si、SiO<sub>2</sub>、GaAs、ガラス、或いはセラミック材料など）で構成することができる。

【0030】連続する層同士の音響インピーダンスの比がどのように基板のインピーダンスを低い値に変換し得るのかは、音響ミラーの層を模した典型的構造71を示す図7を考察すれば分かる。構造71は、音響ミラー層のインピーダンスを表わすインピーダンスを有する高インピーダンス伝送線及び低インピーダンス伝送線の数個の組L<sub>1</sub>、L<sub>2</sub>、L<sub>3</sub>…L<sub>n-1</sub>を含む。各伝送線は四分の一波長の長さである。伝送線の組L<sub>1</sub>及びL<sub>3</sub>は、低インピーダンスを持っていて、例えば、音響ミラー70の下層70c及び上層70aを、又はその逆に上層及び下層を、表わしている。組L<sub>2</sub>の伝送線は高インピーダンスを有し、例えば、音響ミラー70の中層70bを表わす。基板36のインピーダンスを表わす負荷インピーダンスZ<sub>2</sub>も示されている。組L<sub>n-1</sub>及びL<sub>n</sub>も図7に示されていて、音響ミラー70に4つ以上の層が含まれる場合の層を表わしている。符号“n”は偶数を表わす。隣り合う伝送線の組（例えば、連続する層）の音響インピーダンスの比は、負荷インピーダンスZ<sub>2</sub>を電極24と音響ミラー70の上層70aとの境界面でのインピーダンスを表わす最小インピーダンスZ<sub>1</sub>に変換するのに充分な大きさを持っている。しかし、その比が小さい場合には、負荷インピーダンスZ<sub>2</sub>を最小インピーダンスに変換するために追加の層が必要である。

【0031】もう一度図6の装置23を参照する。圧電層22が振動するとき、その振動は電極24と上層70aとの境界面により基板36から実質的に絶縁される。

【0032】音響ミラー70を構成する層の数は奇数で

あるのが好ましいけれども、場合によっては偶数個の層を設けてもよいことに留意するべきである。例えば、1つ以上の粘着性の層を、電極24と上層70aとの間に、及び／又は基板36と下層70cとの間に、これらの層を互いに接着させるために設けることができる。その粘着性の層は任意の適当な接着材料で形成できる。当業者であれば分かるであろうが、この装置に使用される接着剤は、例えば、その接着剤の層を囲む層の厚み、その囲む層に含まれる材料の種類、その囲む層を作るためにために使われる付着プロセスの種類、及び圧電層22を形成するときの環境条件（例えば温度）、などのいろいろな要素に依存する。

【0033】図3に、他の種類のBAW共振器80の横断面が示されている。共振器80は、圧電層82、上側電極84、下側電極86、膜88、及び、ヴァイア92を有する基板90から成っている。共振器80及び共振器20は、両方ともに、それぞれの装置の圧電層22及び82が生成した音響振動を空気界面によって反射するという意味で、同様に機能する。これらの共振器20及び80の主な違いは、それぞれの空気界面を作るために使われる方法である。例えば、共振器80では、層84、86、82、及び88の全てが形成された後に、基板の一部分が基板90の下からエッチングにより除去されてヴァイア92が形成される。

【0034】図4は他の種類の共振器80'を示しており、この共振器は、上層84'と、圧電層82'と、下側電極86'と、ヴァイア92'及び膜88'を含む基板90'とから成っている。膜88'は、基板90'の材料の一部を下から除去することによって形成される。共振器80'は図3の共振器80と同様に機能する。

【0035】上記の共振器を形成する層のうちの少なくとも一部は空気にさらされてもよい。

【0036】本発明は、BAWフィルタの層の表面を保護するための新規で安価な手法を開発した。その手法は、露出する共振器の層の表面が汚染されたり傷ついたりするのを防止するための、現在利用できる手法を使用することに伴う大きなコストを回避する。本発明の手法では、公知の種類のBAW共振器の空気界面に取って代わる、音波を反射する境界面が設けられることとなるようにBAWフィルタを製造することが可能である。

【0037】本発明に従って構成されたバルク型音波(BAW)フィルタの上面を示す図9と、図9の線8-8に沿って描かれたフィルタ1の横断面の側面を示す図8を見ると本発明の1実施例を理解することができる。始めに図8を参照すると、BAWフィルタ1は、基板13と、基板13の上に位置する第1音響ミラー17と、第1共振器7と、第2共振器12とから成っている。第1共振器7及び第2共振器12は第1音響ミラー17の上に位置している。第2音響ミラー18は第1及び第2の共振器7及び12の上に配置されている。また、図8



及び図9には示されていないけれども、第2音響ミラー18を第1音響ミラー17の一部分の上に配置することもできる。保護パッシベーション層3が第2音響ミラー18の上に配置されている。

【0038】第1の、下側の音響ミラー17は3つの層、即ち、上層14、中層15、及び下層16から成っている。各層14、15及び16は、例えば、BAWフィルタ1の共振周波数での四分の一波長にほぼ等しい厚みを有する。上層14及び下層16は、例えば、シリコン(Si)、ポリシリコン、アルミニウム(Al)、又はポリマなどの、音響インピーダンスの低い材料で構成される。また、中層15は、例えば、金(Au)、モリブデン(Mo)、又はタングステン(W)などの、音響インピーダンスの高い材料で構成される。従って、中層15の音響インピーダンスは上層14の音響インピーダンスより大きい。同様に、中層15の音響インピーダンスは下層16の音響インピーダンスより大きい。

【0039】好ましくは、層15の音響インピーダンスの、層14のそれに対する比と、層15の音響インピーダンスの、層16のそれに対する比とは、基板13のインピーダンスが低い値に変換されるのを可能にするほどに充分に大きい。しかし、例えば、これらの層14、15、及び16を形成するのに使われる材料が、それらの比を、基板13のインピーダンスを所望の低い値に変換するのに必要な比より小さくするような材料である場合には、このインピーダンスを所望の低い値に変換するために第1音響ミラー17の中に追加の層を設けることができる。第1音響ミラー17の中には奇数個の層が含まれているのが好ましいけれども、実際上は、必要ならば、下側電極19を上層14にしっかりと接着させ、且つ／又は下層16を基板13にしっかりと接着させるために、1つ以上の接着剤層を設けてもよい。上記のように、例えば、その接着剤の層を囲む層の厚み、その囲む層に含まれる材料の種類、その囲む層を作るために使われる付着プロセスの種類、及び圧電層22を付けるときの環境条件(例えば温度)、などのいろいろな要素に依存して、接着剤層は随意の適当な接着材料を含むことができる。しかし、共振器の層は付着された後に互いにしっかりと接着し合うので接着剤層は設ける必要はない。

【0040】共振器7及び12のうちの少なくとも一方が振動させられる時、その振動は第1音響ミラー17によって基板13から実質的に絶縁される。振動がこの様に絶縁され、BAWフィルタ1の製作時に基板13をエッチングする必要がないので、例えばSi、SiO<sub>2</sub>、GaAs、ガラス、或いはセラミック材料などの、インピーダンスの低いいろいろな材料で基板13を構成することができる。しかし、第1音響ミラー17の層14、15、及び16を介してインピーダンス変換が行われるので、基板13を高インピーダンス材料で構成すること

もできる。

【0041】本発明のこの実施例では、第2の、上側或いは頂部の音響ミラー18も、3つの層、即ち、上層4、中層5、及び下層6から成っている。これらの層は、各々、例えば四分の一波長にほぼ等しい厚みを持っている。上層4及び下層6は、例えば、シリコン(Si)、ポリシリコン、アルミニウム(Al)、或いはポリマなどの、音響インピーダンスの低い材料から成る。また、中層5は、例えば、金(Au)、モリブデン(Mo)、或いはタングステン(W)などの、音響インピーダンスの高い材料から成る。BAWフィルタ1の頂部を保護する保護パッシベーション層3は、0.2μm又はそれ以上の厚みを有する。保護パッシベーション層は、例えば、エポキシ、SiO<sub>2</sub>、“グロブトップ(glob top)”材料(例えば、加熱後に硬化する、エポキシをベースとした粘性流体)、或いはその他の適当な保護性の材料で構成され得るものである。第2音響ミラー18で3つの層が使用されているのは例示にすぎなくて、前述したように、もっと多数の奇数個の層を使用することもできる。また、下層6を共振器7及び12の上面にしっかりと接着させるために、且つ／又は上層4を保護パッシベーション層3にしっかりと接着させるために、必要に応じて1つ以上の接着剤層を設けてもよい。

【0042】第1及び第2の共振器7及び12はBAW共振器である。これらの共振器7及び12は、各々、

(1)第1音響ミラー17の上に位置する下側電極19のそれぞれの部分と、(2)下側電極19のそれぞれの部分と第1音響ミラー17のそれぞれの部分との上に位置する圧電層9と、(3)圧電層9の部分と第1音響ミラー17のそれぞれの部分の上に形成された上側電極8とを含んでいる。第1共振器7の上側電極8の一部分は、第2音響ミラー18により覆われてはならず、また保護パッシベーション層3によっても覆われてはいなくて、第1接点パッド10を設けるために露出されている。同様に、第2共振器12の上側電極8の一部分は、第2音響ミラー18により覆われてはならず、また保護パッシベーション層3によっても覆われてはいなくて、第2接点パッド11を設けるために露出されている。また、図9を参照すると、共振器12のこの上側電極8のもう1つの部分は、後述する共振器12'の上側電極を形成している。

【0043】BAWフィルタ1の接点パッド10は、フィルタ1の入力及び出力をそれぞれ提供する。接点パッド10及び11により、ワイヤ又はハンダ接合或いはその他の適当な手法を用いてBAWフィルタ1を外回路に電氣的に結合させることができる。例えば、図11を参照すると、接合ワイヤ112を介して接点パッド10及び11を回路基板106のそれぞれの接点パッド102a及び102bに結合させることができる。また、例えば、図24を参照すると、フリップチップ法によりハ



ンダ・パンプ114を介して接点パッド10及び11を回路基板106の接点パッド102a及び102bに結合させることができる。

【0044】図9を参照すると、フィルタ1は第1及び第2の共振器7及び12の他に第3共振器7'及び第4共振器12'も含んでいる。第3及び第4の共振器7'及び12'は共振器7及び12と同様のコンポーネントから構成されている。図9にはグランド接点パッド

(G)も示されている。グランド接点パッド(G)は、第3共振器7'の上側電極8に接続されていて、第2音響ミラー18によっても保護パッシベーション層3によっても覆われていない。グランド接点パッド(G)は、第4共振器12'の下側電極19の一部分にも結合されている。図9から分かるように、フィルタ1は梯子の形態を有する。フィルタ1の略図が図11に示されている。

【0045】フィルタ1は他の形態を持っていてもよい。例えば、図10は、本発明の他の実施例に従って構成されたフィルタ1aの横断面を示す上面図である。本発明のこの実施例では、フィルタ1aは図9に示されているフィルタ1と同様のコンポーネントから構成されているけれども、単一のグランド接点パッド(G)の代わりに2つのグランド接点パッド(G1)及び(G2)が設けられている点で異なっている。グランド接点パッド(G1)及び(G2)は、第2音響ミラー18によっても保護パッシベーション層3によっても覆われてはいない。両方のグランド接点パッド(G1)及び(G2)が共振器7'の上側電極8と共振器12'の下側電極19とに結合されている。フィルタ1aの略図が図12に示されている。

【0046】図13及び図14は、本発明のもう一つの実施例に従って構成されたBAWフィルタ2の、それぞれ、横断面の側面図及び横断面の上面図を示す。図13及び図14のBAWフィルタ2は、図8及び図9のBAWフィルタ1と同様の層から成っている。しかし、本発明のこの実施例では、図8及び図9の接点パッド10、11及び(G)を形成した電極の部分は第2音響ミラー18によって完全に覆われている(このことは共振器7'及び12'については図示されていない)。従って、露出した接点パッド10、11及び(G)は設けられていない。しかし、BAWフィルタ2は、BAWフィルタ2の外面上に配置された接点(即ち電極)19a、19b、及び19cを含んでいる。

【0047】図16は、BAWフィルタ2の斜視図であり、共振器7'及び12'を含むフィルタ2の領域から上側の音響ミラー18及び保護層3が除去されている

(共振器7'及び12'の圧電層9と上側電極8と下側電極19とだけが図16に示されている)。接点19a及び19bはBAWフィルタ2の対向する外面上に配置され、接点19cはBAWフィルタ2の他の外面上に配置

されている。接点19a及び19bは、保護パッシベーション層3、第1及び第2の音響ミラー17及び18、基板13のそれぞれの部分と、共振器7及び12の一方の電極8の一部分とに隣接している。接点19aは第1共振器7の上側電極8に電氣的に結合され、接点19bは第2共振器12の上側電極8に電氣的に結合されている。

【0048】接点19cは、保護パッシベーション層3、第1及び第2の音響ミラー17及び18、及び基板13のそれぞれの部分に隣接しており、第3共振器7'の上側電極8と第4共振器12'の下側電極19とに電氣的に結合されている。各接点19a、19b、及び19cは、例えば金(Au)などの電導性の材料で構成される。接点19a、19b、及び19cにより、BAWフィルタ2を外部の回路に電氣的に結合させることができる。

【0049】接点19a、19b、及び19cを配置してあるために、表面取り付け法によってBAWフィルタ2を回路基板に取り付けることができるので、回路組立を簡単化することができる。例えば、図18、図21、及び図22を参照すると(図21、図22はBAWフィルタ2の横断面を表わす)、接点19a、19b、及び19cを回路基板106のそれぞれの接点パッド102a、102b、及び102cにハンダ付けすることによってBAWフィルタ2を回路基板106に表面取り付けすることができる。これにより接点19a、19b、及び19cを回路基板の配線100に電氣的に結合させることができる。接点19a、19b、及び19cは、更に、組立時及びその後の使用の際に遭遇する可能性のある例えばハンダ104又は溶剤などの環境汚染物質からBAWフィルタ2を少なくとも部分的に絶縁させるのに役立つことも分かる。

【0050】BAWフィルタ2は他の形態を持つこともできる。図15は、本発明のもう一つの実施例に従って構成されたBAWフィルタ2aの断面を上から見た図である。図15の線13-13に沿って描かれたBAWフィルタ2aの断面を横から見た図が図13に示されている。BAWフィルタ2aは図8及び図10のBAWフィルタ1aと同様の層から形成されている。しかし、本発明のこの実施例では、図8及び図10の接点パッド10、11、(G1)、及び(G2)を形成した電極の部分は第2音響ミラー18によって完全に覆われており(このことは共振器7'及び12'については図示されていない)、露出した接点パッド10、11、(G1)、及び(G2)は設けられていない。

【0051】図17は、BAWフィルタ2aの斜視図であり、上側の音響ミラー18と保護層3とは、共振器7'及び12'を含むフィルタ2aの領域から除去されている。BAWフィルタ2aは、上記のものと同様の接点19a及び19bを含んでおり、更に接点19d及び

19eも含んでいる。接点19a及び19bはフィルタ2aの対向する外面上に配置されており、接点19d及び19eもフィルタ2aの対向する外面上に配置されている。接点19a、19b、19d、及び19eは、例えば金(Au)などの電導性の材料から成っている。接点19aは第1共振器7の上側電極8に電氣的に結合され、接点19bは第2共振器12の上側電極8に電氣的に結合されている。また、接点19d及び19eは、各々、第3共振器7'の上側電極8と第4共振器12'の下側電極19とに電氣的に結合されている。接点19a、19b、19d、及び19eにより、BAWフィルタ2を外部の回路に電氣的に結合させることができる。

【0052】接点19a、19b、19d、及び19eを配置してあるので、BAWフィルタ2aを表面取り付け法によって回路基板に取り付けることができ、これで回路の組立工程を簡単化することができる。例えば、図19、図21、及び図22を参照すると(図21及び図22はBAWフィルタ2aの断面を表わす)、接点19a、19b、19d、及び19eを回路基板106のそれぞれの接点パッド102a、102b、102d、及び102eにハンダ付けすることによってBAWフィルタ2aを回路基板106に表面取り付けすることができる。これにより、接点19a、19b、19d、及び19eを回路基板の配線100に電氣的に結合させることができる。接点19a、19b、19d、及び19eは、更に、組立時及びその後の使用の際に遭遇する可能性のある例えばハンダ104又は溶剤などの環境汚染物質からBAWフィルタ2aを少なくとも部分的に絶縁させるのに役立つことも分かる。

【0053】図25-図27は、本発明のもう一つの実施例、即ち、積み重ねフィルタ構造を有するBAWフィルタ116を表わす図である。フィルタ116は“積み重ね水晶フィルタ”(SCFと略記)とも呼ばれる。SCFは2部分装置であって、直列共振のみを示す。SCF116は、基板13と、第1の、下側の音響ミラー17と、第2の、上側の音響ミラー18と、保護パッシベーション層3とを含んでおり、これらは上記のものと同様のものである。SCF116は、第1の、下側の共振器111、及び、第2の、上側の共振器109も有する。下側電極111は下側の音響ミラー17の上に配置されている。上側電極109は、第1共振器111の上に配置され、この様にして共振器の積み重ね構造が形成されている。

【0054】第1の、下側の共振器111は、圧電層110、下側電極19、及びグラウンド電極8'を含んでいる。圧電層110は、グラウンド電極8'の幾つかの部分と電極19との間に位置している。第2の、上側の共振器109はグラウンド電極8'と、圧電層108と、上側電極8とを含んでいる。圧電層108は、グラウンド電極8'の幾つかの部分と上側電極8との間に配置されてい

る。圧電層108及び110及び電極8、8'、及び19は、上記のものと同様の材料から成っていて、上記のものと同様の厚みを持つことができる。

【0055】第2音響ミラー18は、共振器積み重ね構造と第1音響ミラーの幾つかの部分とを覆っている。図25から分かるように、グラウンド電極8'の一部分は、第2音響ミラー18によっても、また保護パッシベーション層3によっても覆われていなくて、グラウンド接点パッド8''を設けるために露出されている。同様に、図27から分かるように、上側電極8及び下側電極19の一部分も、第2音響ミラー18によっても、また保護パッシベーション層3によっても覆われていなくて、第1及び第2の接点パッド10及び11をそれぞれ設けるために露出されている。接点パッド8''、10及び11により、ワイヤ接合又はハンダ接合、或いはその他の適当な手法を用いてSCF116を外部の回路に電氣的に結合させることができる。例えば、図29を参照すると、接合ワイヤ112を介して接点パッド10及び11を回路基板106のそれぞれの接点パッド102a及び102bに結合させることができる。また、例えば、図30を参照すると、フリップチップ法を用いてハンダ・バンプ114を介して接点パッド10及び11を回路基板106の接点パッド102a及び102bに結合させることができる。図29及び図30には示されていないけれども、SCF116の接点パッド8''をこれらの手法を用いて回路基板106に結合させることもできる。

【0056】図28は、本発明のもう一つの実施例に従って構成されたSCF118の断面を示している。SCF118は図25-図27のSCF116と同様の構造を持っている。しかし、本発明のこの実施例では、SCF116の接点パッド10、8''、及び11を形成した電極8、8'、及び19の部分は、第2音響ミラー18によって完全に覆われている。従って、露出した接点パッド10、8''、及び11は設けられていない。しかし、SCF118は、SCF118の対向する外面上に配置された接点19a及び19b(即ち、電極)を包含している。各接点19a及び19bは、保護パッシベーション層3、第1及び第2の音響ミラー17及び18、基板13のそれぞれの部分に隣接するとともに、電極8及び19のそれぞれの部分に隣接している。各接点19a及び19bは、例えば金(Au)で構成される。接点19aは下側電極19に電氣的に結合され、接点19bは上側電極8に電氣的に結合されている。接点19a及び19bにより、SCF118を外部の回路に電氣的に結合させることができる。例えば、図31を参照すると、接点19a及び19bによりSCFを回路基板106に表面取り付けすることができる。接点19a及び19bを回路基板106のそれぞれの接点パッド102a及び102bにハンダ付けし、これにより接点19a及び19bを回路基板の配線100に電氣的に結合させるこ

とによって、この表面取り付けを実現することができる。また、接点19a及び19bは、更に、組立時及びその後の使用の際に遭遇する可能性のある例えばハンダ104又は溶剤などの環境汚染物質からSCF118を少なくとも部分的に絶縁させるのに役立つことも分かる。

【0057】以上に、本発明の幾つかの実施例について説明をしたけれども、上記のBAWフィルタ1、1a、2、及び2a、及びSCF116及び118は、具体的アプリケーションに必要なフィルタの性能に依存して、10 上記の圧電層及び電極より多数の或いは少数の圧電層及び電極を持ってもよいことに注意しなければならない。また、これらの装置の第1及び第2の音響ミラー17及び18は各々4層以上の層から成っていてもよい。例えば、連続する層が高インピーダンス及び低インピーダンスを交互に持つように全ての層が排列される限りは、第1及び第2の音響ミラー17及び18は各々追加の2層、4層、6層、或いはもっと多くの層を持つことができる。また、上側の音響ミラー17及び下側の音響ミラー18をフィルタ構造のそれぞれの部分にしっかりと接着させるために、必要ならば接着剤層を設けてもよい。上記のBAWフィルタ1、1a、2、及び2aの形態は本発明の範囲を限定することを意図したものではなくて、他の形態を設けることもできることに更に注意しなければならない。例えば、BAWフィルタ1、1a、2、及び2aは、上記の共振器、接点パッド、及び/又は外部接点より多数の或いは少数の共振器、接点パッド、及び/又は外部接点を包含することができる。

【0058】第2の（即ち、上側の）音響ミラーを用いると、例えば図6に示されているような、音響ミラーを30 1つだけ包含している装置と比べて幾つかの利点を得られる。第2音響ミラーを採用することの1つの利点は、以下の解説から分かる。

【0059】例えば、BAWフィルタ1、1a、2、及び2aの共振器7、12、7'、及び12'のいずれか1つの上側電極8と下側電極19とに電圧をかけると、伝場がこれらの電極8及び19の間に生じて圧電層9を振動させる。同様に、SCF116及び118のいずれか1つの電極8及び19に電圧をかけると、これらの共振器8及び19の各々とグランド電極8'との間に電場が生じて圧電層108及び110を振動させる。その結果として、これらのフィルタ内で振動している各圧電層からそれぞれのフィルタの第1の、下側の音響ミラー17に向かう方向に音波が伝播する。少なくとも部分的には第1音響ミラー17の層14、15、及び16のインピーダンスに起因して、第1音響ミラー17は、それらの音響振動の少なくとも一部分を、基板13に向かわない方向へ反射する。その結果として、音波のうちの反射された部分は基板13には到達しない。この様にして、第1音響ミラー17は、それぞれのフィルタ1、1a、50

2、2a、116、及び11の中で振動している圧電層により生成された振動を基板13から絶縁させる。

【0060】振動している各圧電層から、第2音響ミラー18に向かう方向にも音波が伝播する。第2音響ミラー18は第1音響ミラー17と同様に機能する。具体的に述べると、少なくとも部分的には、第2音響ミラー18を形成する層4、5及び6のインピーダンスに起因して、第2音響ミラー18は、音響振動を、保護パッシベーション層3に向かわない方向に反射し、また、BAWフィルタ2、BAWフィルタ2a、又はSCF118が使用される場合には外部接点（例えば、19a及び19b）に向かわない方向に音響振動を反射する。その結果として、反射された音波は、それぞれの装置のそれらの部分には到達せず、従って第2音響ミラー18と保護パッシベーション層3との境界面に到達しない。また、BAWフィルタ2及び2a、並びに図28のSCF118でも、第2音響ミラー18は、反射された音波が第2音響ミラー18と、それぞれの装置の上側部分に位置する接点（例えば、接点19a及び19b）の部分との間の境界面に到達するのを阻止する。例えば、何らかの材料が装置1、1a、2、2a、116、及び118のいずれかの保護パッシベーション層3上に置かれたりするなどして保護パッシベーション層3と接触している場合には、音波のうちの反射された部分はその材料には到達しない。この様にして、第2音響ミラー18は、この材料を圧電層により生成される音波から絶縁させる。

【0061】第2音響ミラー18を採用することの第2の利点は、第2音響ミラー18がBAWフィルタ1、1a、2、及び2aの共振器7、12、7'、及び12'のほぼ全てと、SCF116及び118の共振器109及び111のほぼ全てとを覆い、従って溶剤などがこれらの装置に接触して汚染したり傷つけたりするのを防止することである。第2音響ミラー18がこの様にこれらの層を保護するので、これらの層のために例えば半密封パッケージなどの他の形の保護手段を設ける必要はない。従って、その様な他の形の保護手段に伴うコストは不要であり、装置の総製造コストが相当少なくなる。更に、本発明はSAW共振器フィルタの替わりにBAWフィルタを採用するものであり、そのBAWフィルタを保護するための保護パッケージは不要であるので、SAWフィルタが使用される場合に一般に実行する必要のある、それらのフィルタを接合ワイヤを介してパッケージのピンに接続する工程は、不要である。その結果として、本発明のBAWフィルタは、保護パッケージを必要とするフィルタ（例えば、SAWフィルタ）より小さな寄生成分（例えば、寄生キャパシタンス）を示す可能性がある。更に、本発明のBAWフィルタ1、1a、2、及び2a並びにSCF116及び118を保護するためのパッケージは不要であるので、それらの個々の装置の全体としてのサイズは、例えば個々の半密封パッケージ

付きフィルタより小さくなる可能性がある。

【0062】本発明の種々の実施例が提供する他の利点は、保護のために何らかの形の半密封パッケージを必要とするSAWフィルタにではなくて、BAWフィルタに第2音響ミラーが採用されていることである。例えば、SAW装置に音響ミラー又は反射器が採用されたとすると、音波はSAWフィルタの中でこのフィルタの層の表面に平行な方向に伝播するので、その音響ミラーは指間メタライゼーション・パターン(inter-digital metallization patterns)を包含する必要がある。残念なことに、その様な指間メタライゼーション・パターンが存在するならば、そのSAW装置に保護用の密封パッケージを使用しなければならない。

【0063】本発明は、他の面において、BAWフィルタを製造してこのフィルタを回路基板に組み付ける方法を提供する。図19の論理流れ図を参照すると、その方法は、基板上に第1の、下側の音響ミラーを形成するステップ(A)を含んでいる。次のステップ(B)は、少なくとも1つの共振器を下側音響ミラー上に形成するステップを含む。その少なくとも1つの共振器は、上記のものと同様の1個又は数個のBAW共振器を含むことができる。例えば、下側音響ミラーの上面に、互いに隣接させて2個以上の共振器を形成することができる。また、例えば、下側音響ミラーの上面に共振器の積み重ね構造を形成して積み重ね水晶構造を作ることができる。入力パッド、出力パッド、及び接地パッドを設けるために共振器の電極のいろいろな部分から接点パッドを形成することもできる。

【0064】次のステップ(C)として、第2の、上側の音響ミラーを前述の少なくとも1つの共振器の相当の部分の上に形成する。この上側音響ミラーをこのフィルタの、例えば下側音響ミラーの一部を含む他の部分の上に形成してもよい。ステップ(C)は、第1の、下側の層を前述の少なくとも1つの共振器の上とこの下側音響ミラーの一部の上とに形成し、第2の、中間の層をこの下層の上に形成し、第3の、上側の層をこの中間層の上に形成するステップを含む。この下層、中層、及び上層は、上記のものと同様の上側音響ミラーを形成する。例えば、下層と上層とは、シリコン、ポリシリコン、アルミニウム、或いはポリマ材料などの、音響インピーダンスの低い材料を含む。また、例えば、中層は、金、モリブデン、或いはタングステンなどの、音響インピーダンスの高い材料を含む。

【0065】この方法は、更にステップ(D)で上側音響ミラーの上層の上に保護パッシベーション層を形成し、接点パッドが設けられる場合にはその接点パッドのための穴を形成するためにステップ(C)及び(D)で形成された層をパターン化するステップを含む。保護パッシベーション層と接点パッドも上記のものと同様である。上側音響ミラーは、前述の少なくとも1つの共振器

を傷つける可能性のある外来の材料がこの共振器に接触するのを防止する。これらのステップに従ってウェーハ上に2個以上のBAWフィルタを作ることができることが分かる。

【0066】その後、ブロック(E)で選択される組み付け法により、フィルタを回路基板に組み付ける。ブロック(E)で選択される組み付け法がオンボード組み付け法であるならば、ステップ(F1)及び(F2)を実行する。ステップ(F1)では、ウェーハを切断してチップにする。ステップ(F2)では、そのチップを接合ワイヤで回路基板の回路に結合させる。

【0067】ブロック(E)で選択される組み付け法がフリップチップ法であるならば、ステップ(G1)及び(G2)を実行する。ステップ(G1)では、例えば、バンプ金属の真空蒸着(例えば、蒸発)又はハンダの電気化学メッキによってハンダ・バンプをフィルタの接点パッド上に形成する。次にウェーハを切断してチップにする。その後、ステップ(G2)で、回路基板の選択された接点にフリップチップ法でそれらのチップを結合させる。

【0068】ブロック(E)で選択される組み付け法が表面取り付け法である場合には、ステップ(H1)及び(H2)を実行する。ステップ(H1)では、ウェーハを切断してチップにし、フィルタのいろいろな部分の上に接点を形成する。それらの接点は、上記の接点(例えば接点19a及び19b)と同様のものであって、例えば、在来の表面取り付け個別コンポーネントの端子を形成するために使われる方法と同様の銀浸せき法でこの接点を形成することができる。その後、ステップ(H2)で、表面取り付け法により回路基板の選択された接点パッドにこのチップを結合させる。すでに説明したように、上側音響ミラーは、前述の少なくとも1つの共振器を傷つける可能性のある外来の材料がこの共振器に接触するのを防止する。

【0069】本発明をその好ましい実施例に関して具体的に図示し説明をしたけれども、本発明の範囲から逸脱することなくその形及び細部を変更し得ることを当業者は理解するであろう。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】膜とエアギャップとを包含する典型的なバルク音波(BAW)共振器の横断面を示す。

【図2】図1のBAW共振器の上面図である。

【図3】ヴァイアを有する基板を包含する典型的なBAW共振器の横断面図である。

【図4】基板の一部に形成されたヴァイア及び膜を有する典型的なBAW共振器の横断面図である。

【図5】犠牲層を含む典型的なBAW共振器の横断面図である。

【図6】音響ミラーを含む典型的なBAW共振器の横断面図である。

【図 7】本発明の音響ミラーの層インピーダンスを表わす高インピーダンス伝送線及び低インピーダンス伝送線を示す。

【図 8】本発明に従って構成された BAW フィルタの横断面の側面図である。

【図 9】本発明に従って構成された BAW フィルタの横断面の上面図であり、図 8 の横断面図は図 9 の線 8-8 に沿って描かれており、図 9 では上側の音響ミラー及び保護層は取り除かれている。

【図 10】本発明の他の実施例に従って構成された BAW フィルタの横断面の上面図であり、図 10 では上側の音響ミラー及び保護層は除去されており、この BAW フィルタのもう一つの横断面の側面図が図 8 で表されており、図 8 の横断面図は線 8-8 に沿って描かれている。

【図 11】図 8 及び図 9 の BAW フィルタの略図である。

【図 12】図 8 及び図 10 の BAW フィルタの略図である。

【図 13】本発明の他の実施例に従って構成された BAW フィルタの横断面の側面図である。

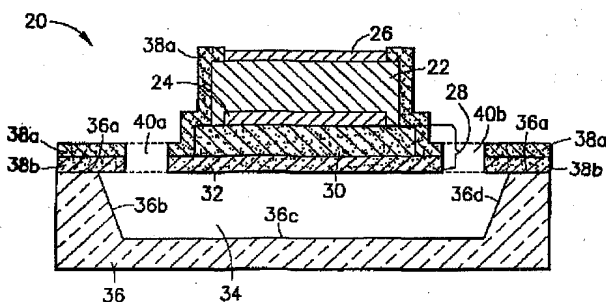
【図 14】本発明の他の実施例に従って構成された BAW フィルタの横断面の上面図であり、図 13 の横断面図は図 14 の線 13-13 に沿って描かれており、図 14 では上側の音響ミラー及び保護層は除去されている。

【図 15】本発明の他の実施例に従って構成された BAW フィルタの横断面の上面図であり、図 15 では上側の音響ミラー及び保護層は除去されており、この BAW フィルタの横断面の側面図は図 13 により表されており、図 13 の横断面図は図 15 の線 13-13 に沿って描かれている。

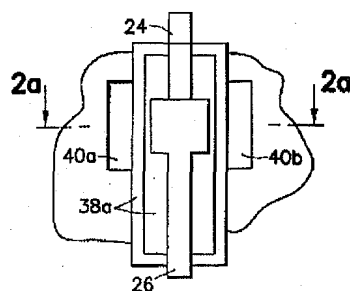
【図 16】図 13 及び図 14 の BAW フィルタの斜視図である。

【図 17】図 13 及び図 15 の BAW フィルタの斜視図である。

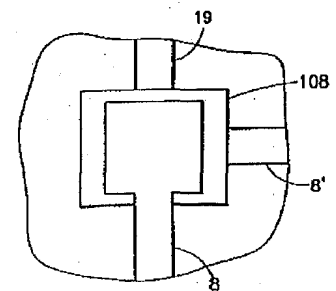
【図 1】



【図 2】



【図 26】



【図 18】回路基板に表面取り付けされた図 16 の BAW フィルタを示す。

【図 19】回路基板に表面取り付けされた図 17 の BAW フィルタを示す。

【図 20】本発明の方法の論理流れ図である。

【図 21】回路基板に表面取り付けされた本発明の BAW フィルタの横断面を示す。

【図 22】回路基板に表面取り付けされた図 21 の BAW フィルタの横断面の正面図である。

【図 23】接合ワイヤによって回路基板の接点に結合された図 8 の BAW フィルタを示す。

【図 24】フリップチップ法によって回路基板の接点に結合された後の、図 8 の BAW フィルタを示す。

【図 25】本発明の実施例に従って構成された積み重ね水晶フィルタ (SCF) の横断面図であり、この SCF の頂部は音響ミラーを包含している。

【図 26】図 25 の SCF の一部分を、音響ミラーを除去して示す上面図である。

【図 27】図 25 の線 27-27 に沿って描かれた、図 25 の積み重ね水晶フィルタの横断面を示す。

【図 28】本発明の他の実施例に従って構成された積み重ね水晶フィルタの横断面を示す。

【図 29】接合ワイヤによって回路基板の接点に結合された図 27 の積み重ね水晶フィルタを示す。

【図 30】フリップチップ法により回路基板の接点に結合された後の、図 27 の積み重ね水晶フィルタを示す。

【図 31】回路基板に表面取り付けされた図 28 の積み重ね水晶フィルタを示す。

【符号の説明】

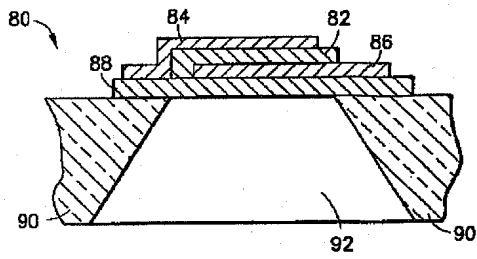
13, 36, 90, 90' : 基板

106 : 回路基板

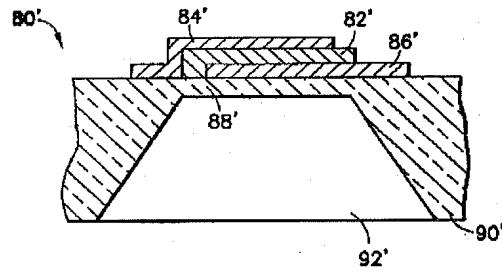
20, 21, 23, 80 : BAW 共振器

17, 18, 70 : 音響ミラー

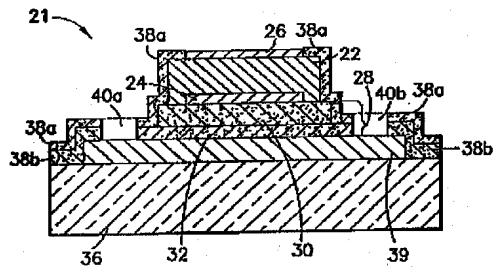
【図3】



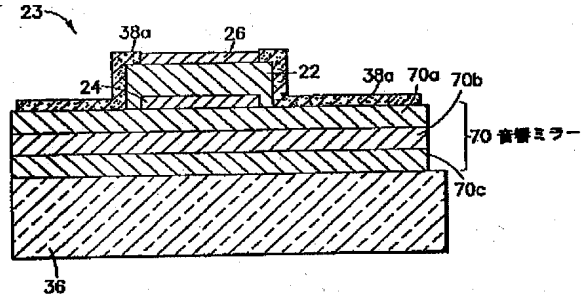
【図4】



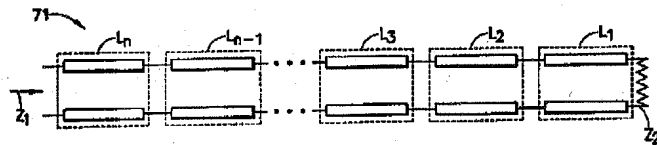
【図5】



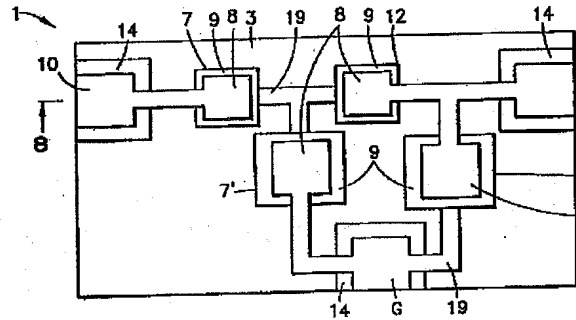
【図6】



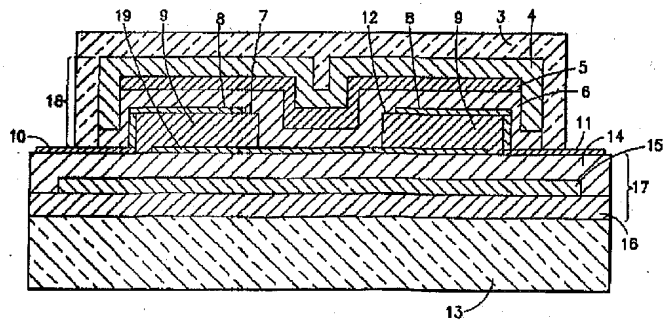
【図7】



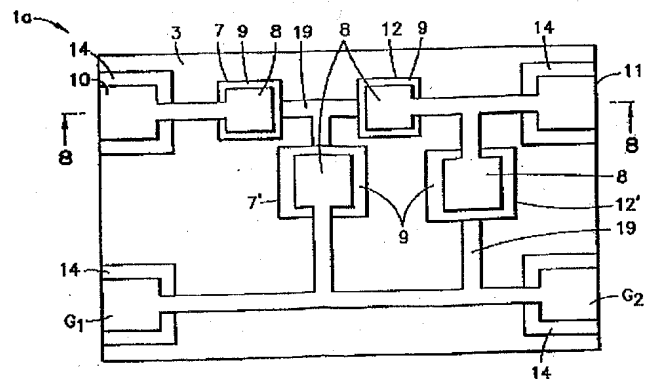
【図9】



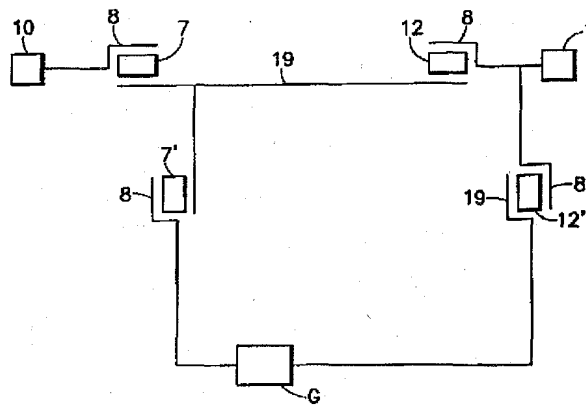
【図8】



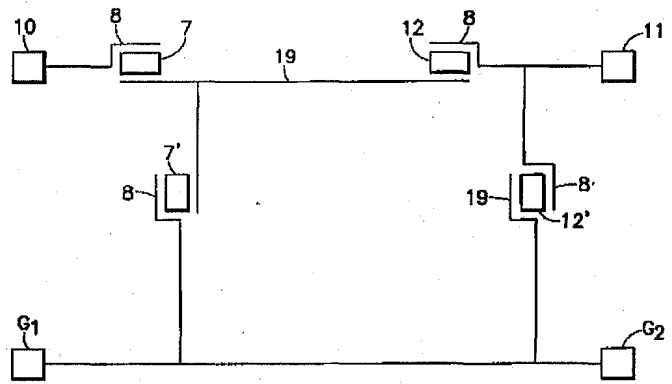
【図10】



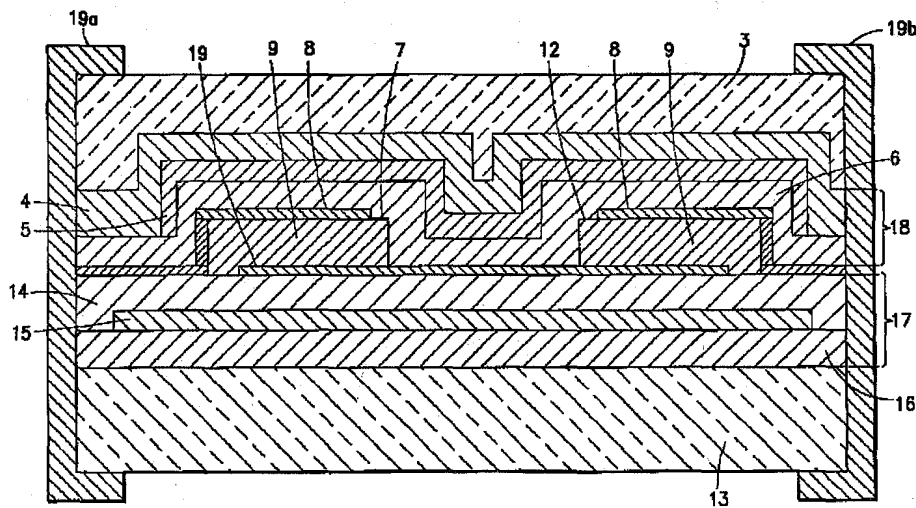
【図11】



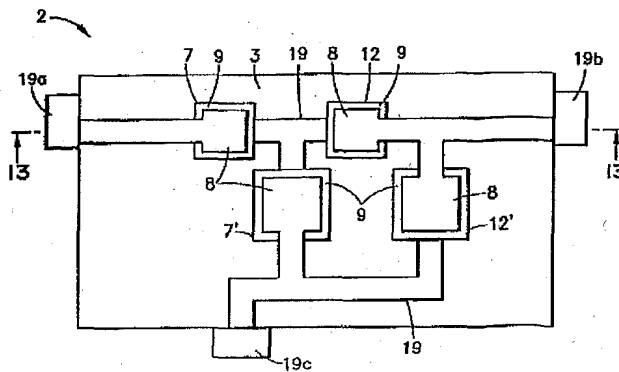
【図12】



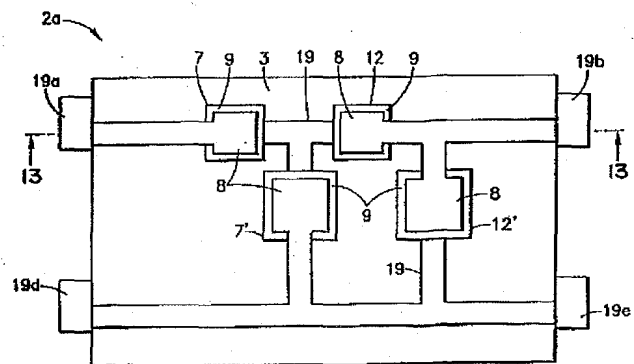
【図13】



【図14】

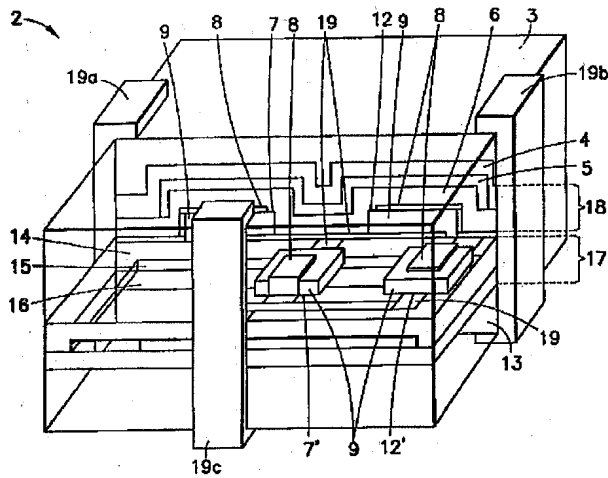


【図15】

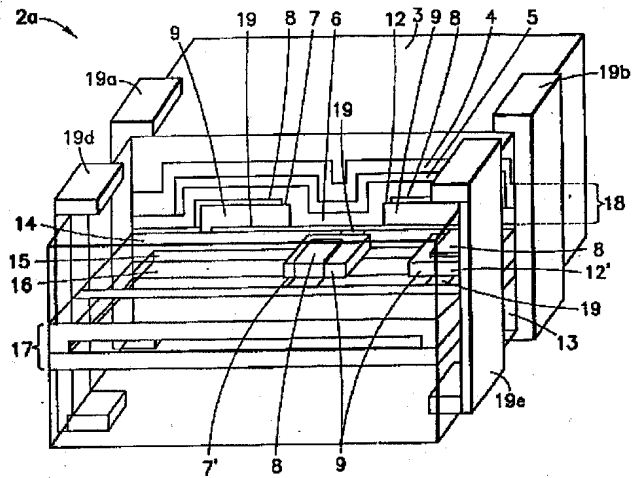




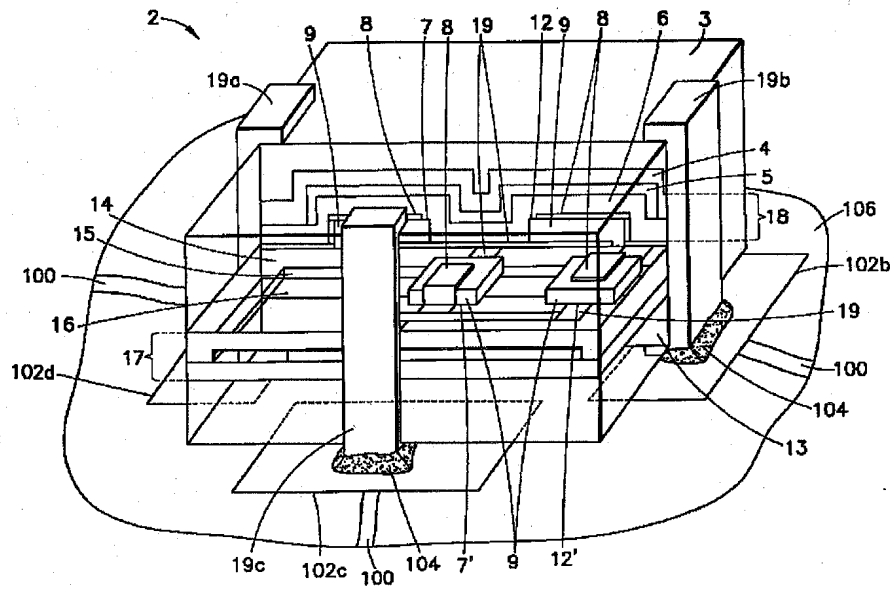
【図16】



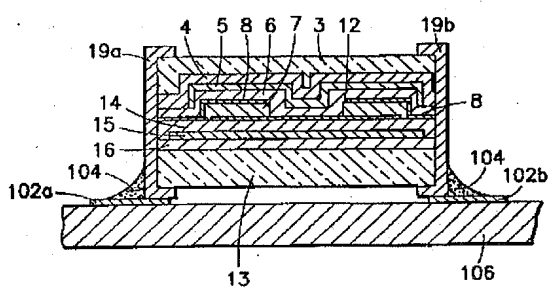
【図17】



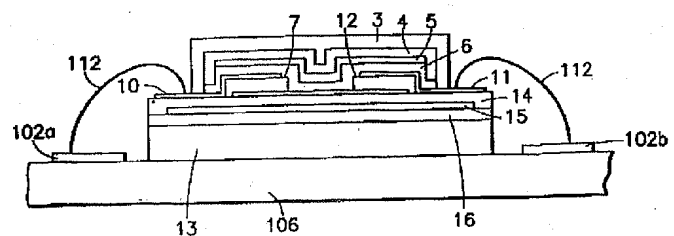
【図18】



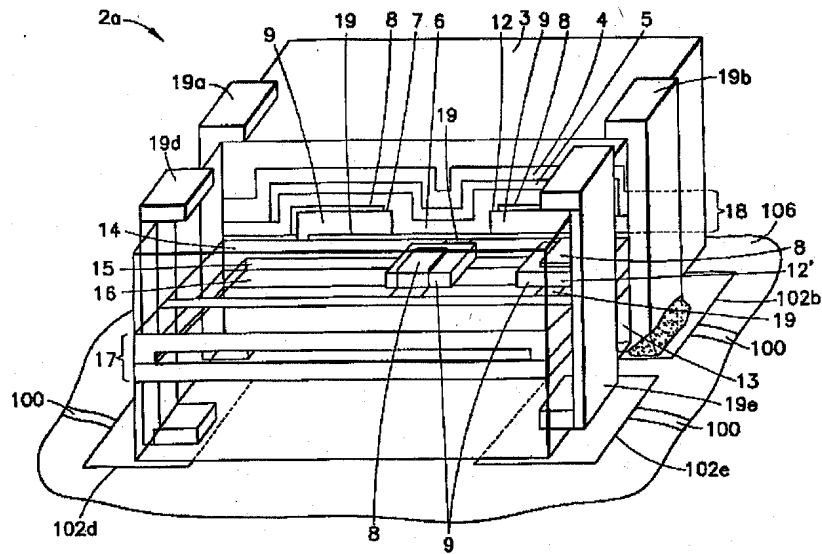
【図22】



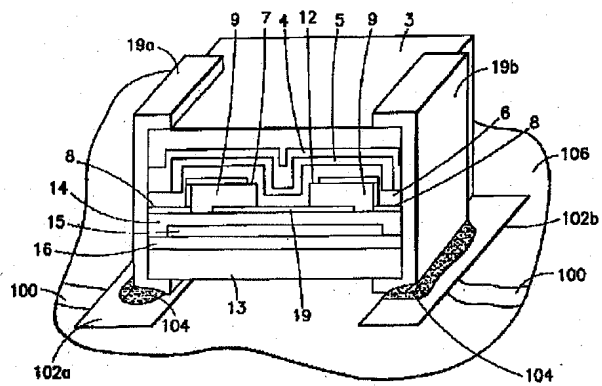
【図23】



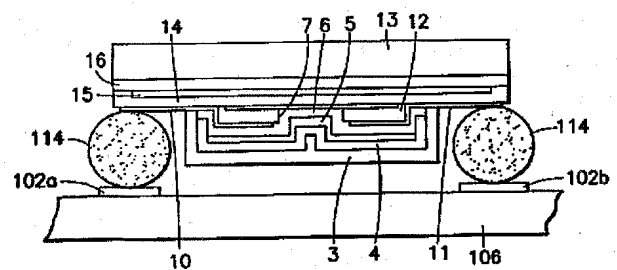
【図19】



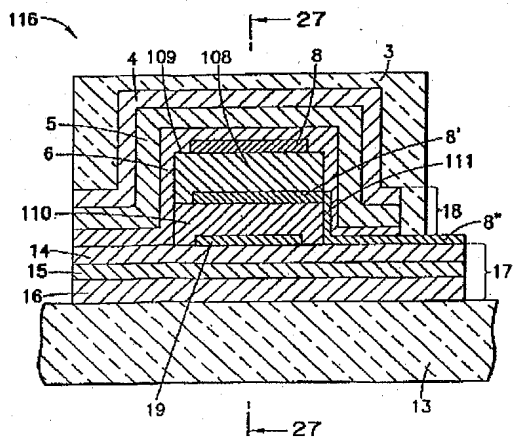
【図21】



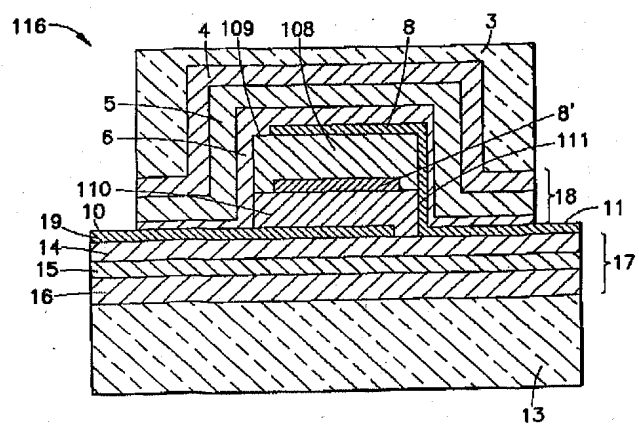
【図24】



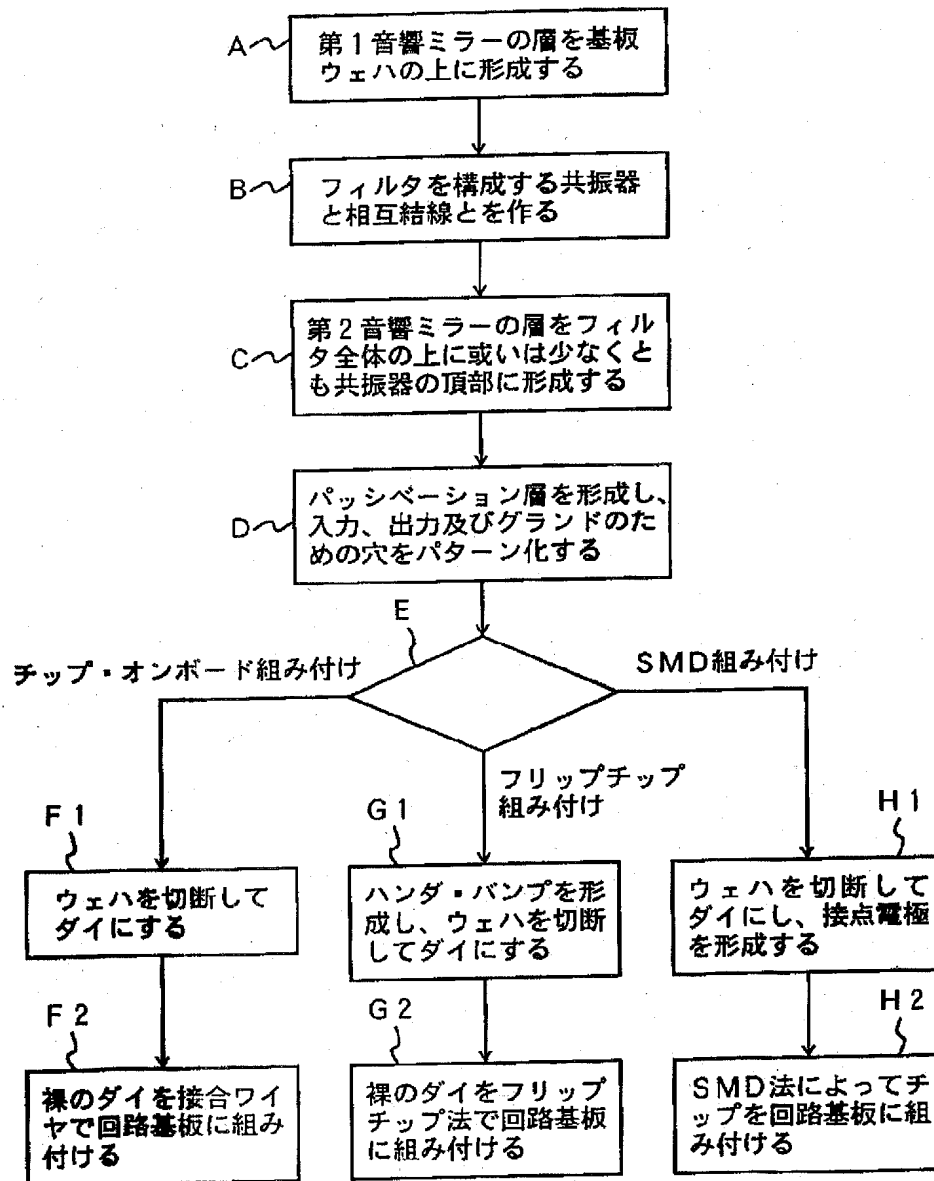
【図25】



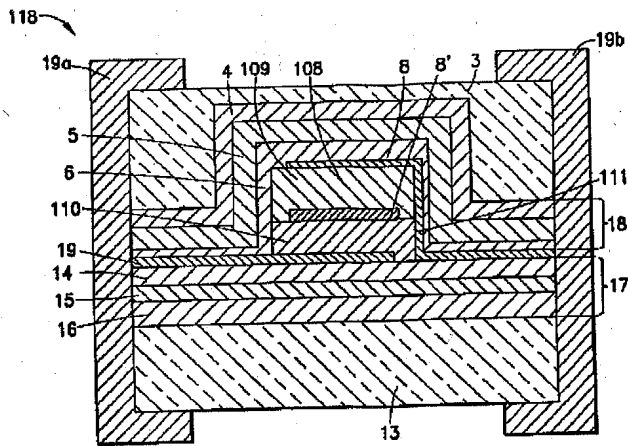
【図27】



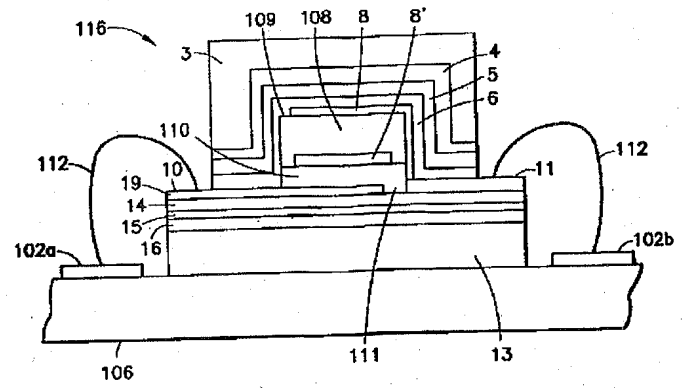
【図20】



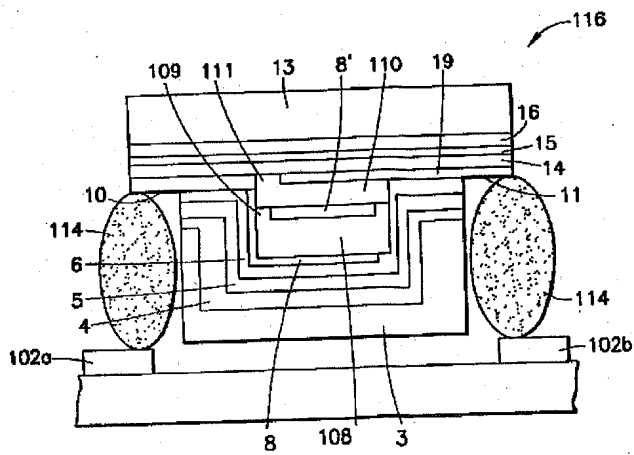
【図28】



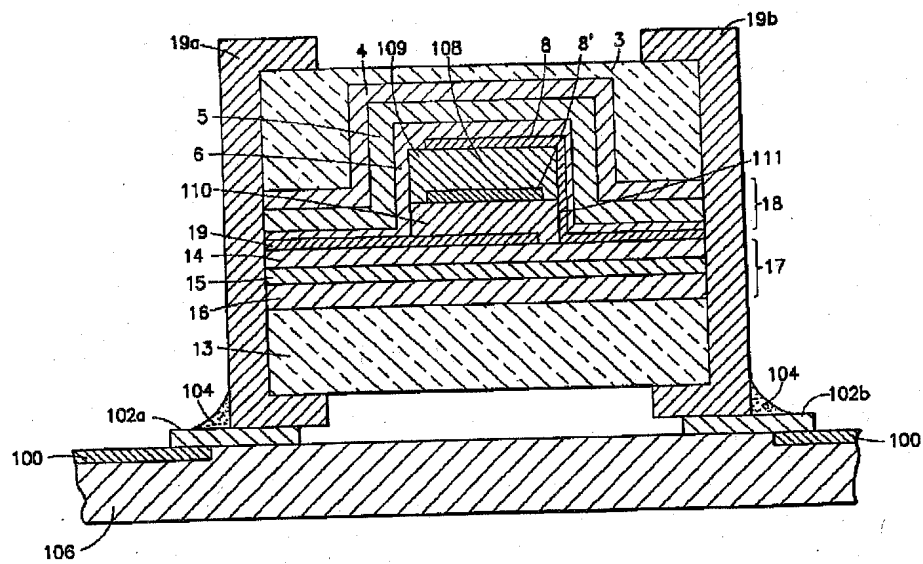
【図29】



【図30】



【図31】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. 6

H04R 17/00

識別記号

330

FI

H04R 17/00

330Z